

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 6 月 9 日 (09.06.2005)

PCT

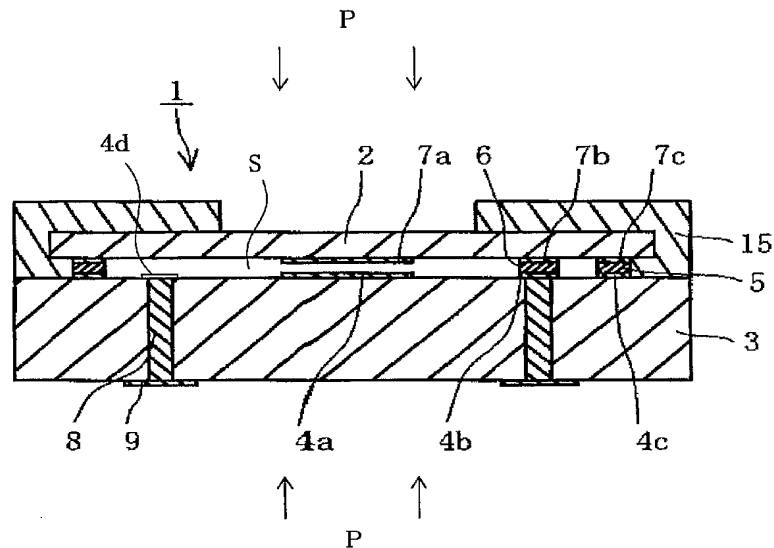
(10) 国際公開番号  
WO 2005/052534 A1

- (51) 国際特許分類: G01L 9/00 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/017981
- (22) 国際出願日: 2004 年 11 月 26 日 (26.11.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 及川 彰 (OIKAWA, Akira) [JP/JP]; 〒8994396 鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内 Kagoshima (JP). 松尾 香 (MATSUO, Kaoru) [JP/JP]; 〒8994396 鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内 Kagoshima (JP). 立岡 博志 (TACHIOKA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒8994396 鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内 Kagoshima (JP).
- (30) 優先権データ:
- 特願 2003-398183 2003 年 11 月 27 日 (27.11.2003) JP
- 特願 2003-429373 2003 年 12 月 25 日 (25.12.2003) JP
- 特願 2003-431596 2003 年 12 月 25 日 (25.12.2003) JP

[続葉有]

(54) Title: PRESSURE SENSOR DEVICE

(54) 発明の名称: 圧力センサ装置



(57) Abstract: A pressure-detecting piezoelectric substrate (2) is mounted on a supporting piezoelectric substrate (3), and a sealing member (5) is provided between the supporting piezoelectric substrate (3) and the pressure-detecting piezoelectric substrate (2). The pressure-detecting piezoelectric substrate (2) has on its upper surface a surface acoustic wave element (4a) for reference. The supporting piezoelectric substrate (3) has a smaller thickness than the pressure-detecting piezoelectric substrate (2) and having on its lower surface a pressure-detecting surface acoustic wave element (7a). The pressure-detecting surface acoustic wave element (7a) and the surface acoustic wave element (4a) for reference can be arranged in a space S surrounded by the supporting piezoelectric substrate (3), the pressure-detecting piezoelectric substrate (2), and the sealing material (5). A small-sized highly reliable pressure sensor (1) capable of performing temperature compensation can be provided.

(57) 要約: 上面に参照用弾性表面波素子 4 a を有した支持用圧電基板 3 上に、支持用圧電基板 3 よりも厚みが薄く、下面に圧力検出用弾性表面波素子 7 a を有した圧力検出用圧電基板 2 を搭載し、支持用圧電基板 3 と圧力検出用圧電基板 1 との間

[続葉有]



WO 2005/052534 A1



(74) 代理人: 稲岡 耕作, 外(INAOKA, Kosaku et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町2丁目6番12号 サンマリオンNBFタワー21F あい特許事務所内 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

に封止材5を設ける。支持用圧電基板3と、圧力検出用圧電基板1と、封止材5とで囲まれた空間Sに、圧力検出用弾性表面波素子7a及び参照用弾性表面波素子4aを配置することができる。温度補償が可能な、小型高信頼性の圧力センサ装置1を提供することができる。

## 1

## 明 細 書

## 圧力センサ装置

## &lt;技術分野&gt;

本発明は、タイヤ内の空気圧の監視など、気体や液体などの圧力変動  
5 を検出して電気信号を発振する圧力センサ装置に関するものである。

## &lt;背景技術&gt;

従来より、気体や液体などの圧力の変動を検出する圧力センサ装置として、印加される圧力の変動を発振周波数の変化として検出するタイプのものが用いられている。

10 かかる従来の圧力センサ装置としては図16、図17に示すように、  
圧電基板51上に、櫛歯状電極より構成される弾性表面波素子54及び  
弾性表面波素子57を形成するとともに、弾性表面波素子54が形成された領域が、弾性表面波素子57が形成された領域よりも厚みを薄く設定された構造のものが知られている（例えば特開昭61-82130号  
15 公報参照。）。

上述した圧力センサ装置は、厚みを薄くした領域に形成されている弾性表面波素子54において、圧力を受けたことによって、圧電基板51の表面応力が変化し弾性表面波の音速が変化するとともに、弾性表面波素子54の電極の間隔も変化する。このことにより、弾性表面波素子5  
20 4の共振周波数が変化し、この共振周波数の変化により圧力を検出することができる。

また、同一の圧電基板上に形成された弾性表面波素子57の共振周波数の変化に応じて温度補償する機能も有している。

しかしながら、上述した従来の圧力センサ装置においては、弾性表面  
25 波素子57及び弾性表面波素子54を圧電基板51の同一面内に形成する為、圧電基板の面積が広くなり、小型化を図ることが困難であるという問題があった。また、圧電基板51の一部に肉薄部を形成しているが、例えば小型化を図る必要がある場合には肉薄部の面積を大きく確保することができないので、圧力を受けてもその変形量が少なく、圧力センサ

装置として高い感度を得ることができないという問題があった。

本発明の目的は、圧力を受けたときの弾性表面波素子の変形を大きくして感度を良くするとともに、小型化が可能で高信頼性の圧力センサ装置を提供することにある。

5      <発明の開示>

本発明の圧力センサ装置は、上面に参照用弾性表面波素子が形成された第1圧電基板上と、該第1圧電基板よりも厚みが薄く、下面に圧力検出用弾性表面波素子が形成された第2圧電基板と、前記第1圧電基板の上面及び前記第2圧電基板の下面に接合され、且つ、前記両基板の間で  
10      前記両素子を封止する封止空間を構成する封止材とを有してなるものである。

この圧力センサ装置によれば、圧力検出用弾性表面波素子を設けた第2圧電基板の厚みを、参照用弾性表面波素子を有した第1圧電基板の厚みに比して全体的に薄くしたことから、圧力を受けたときの第2圧電  
15      基板（圧力検出用弾性表面波素子）の変形が大きくなり、圧力センサ装置として高い感度が得られるようになる。

また、参照用弾性表面波素子の出力信号に基づき、圧力検出用弾性表面波素子の出力信号を参照して、第2圧電基板に作用する圧力を検出することができる。

20      また、参照用弾性表面波素子と圧力検出用弾性表面波素子とを、それぞれ少なくとも一部が対向しあう状態で異なった圧電基板に設けることにより、両素子を同一面内に並べて形成する場合と比べて、平面視して両素子が占める面積を小さくできるので、小型化を図ることができる。

更に前記第1圧電基板及び前記第2圧電基板は、少なくとも一方向に  
25      おける熱膨張係数が略同一であることが好ましい。この配置により、両圧電基板において同一方向における熱膨張係数が等しくなるので、第1圧電基板上に第2圧電基板を搭載した場合に、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合を低減することができる。

また前記第1圧電基板及び前記第2圧電基板は、同一組成の圧電単結

晶から成るとともに、両圧電基板のカット角及び、前記圧電単結晶の結晶軸に対する弾性表面波の伝搬方向が略同一若しくは結晶学的に等価であることが好ましい。この構成により、参照用弾性表面波素子と圧力検出用弾性表面波素子の温度特性を実質的に一致させることができ、参照

5 用弾性表面波素子を用いた温度補償を容易に行うことが可能となる。

また更に本発明の圧力センサ装置は、前記封止材が導体材料から成り、且つ該封止材が前記第 1 圧電基板の下面に設けられるグランド端子に電氣的に接続されているものとすれば、参照用弾性表面波素子及び圧力検出用弾性表面波素子の電磁遮蔽性を高めることができ、圧力検出の感度

10 を上げることができる。

更にまた本発明の圧力センサ装置は、前記第 2 圧電基板の下面で、前記封止材の内側に、前記圧力検出用弾性表面波素子に電氣的に接続される電極パッドが設けられ、前記第 1 圧電基板の上面で、前記封止材の内側に、前記電極パッドに導電性接合材を介して電氣的に接続される接続

15 パッドが設けられている構造とすれば、参照用弾性表面波素子及び圧力検出用弾性表面波素子に加え、両素子の電氣的な接続部についても、電磁遮蔽性を高めることができ、外部環境より良好に保護することができる。

ところで、上記の圧力センサ装置を移動体に取り付ける場合、その発振回路を動作させるために必要な電力は、電池等の給電手段から供給されるようになっている。この場合、電源から発振回路に対して常に電力が供給される状態になっていると、消費電力が大きくなり、電池の寿命が短命となってしまうという問題が生じる。

20

そこで消費電力を抑えるために、移動体の運行によって発生する加速度を検出することにより、移動体が一定以上の速さで走行しているときにだけ、発振回路に対して電力が供給されるようにし、移動が停止しているとき、あるいは移動体の速さが一定以下の場合には発振回路への電力供給をオフにすることで発振回路の消費電力を抑えるようにした圧力センサ装置が知られている（例えば、特開 2 0 0 2 - 2 6 4 6 1 8 号公

25

報参照。 ) 。

しかしながら、上述した従来の圧力センサ装置は、圧力センサ装置と  
加速度センサをそれぞれ別個に設けているため、そのユニット形状が大  
型化してしまう。また上述した従来の圧力センサ装置は、圧力センサ装  
5 置及び加速度センサの組み立て作業がそれぞれ必要となり生産性の低下  
を招く。

そこで、本発明の圧力センサ装置は、前記第 1 圧電基板と第 2 圧電基  
板とのいずれかの基板の一端側を、他方の圧電基板より離間させた状態  
で、延出させて延出部を形成し、この延出部に、加速度を検出する加速  
10 度検出素子を設けたものである。これによって、加速度検出素子用の基  
板を別に用意する必要もなく、加速度が検出でき、部品点数を削減する  
ことができ、圧力センサ装置の小型化及び軽量化を図ることが可能とな  
る。

前記延出部を、第 1 圧電基板よりも薄い第 2 圧電基板に形成してもよ  
15 く、この場合、加速度の印加によって撓みやすくなり加速度の検出感度  
を向上させることができる。

また本発明の圧力センサ装置は、前記圧力検出用弾性表面波素子及び  
前記参照用弾性表面波素子の出力信号に基づく圧力検出信号を外部に発  
信する発振回路と、前記加速度検出素子からの加速度検出信号に基づい  
20 て所定の電気信号を出力する加速度検出回路と、前記発振回路に電力を  
供給する給電手段と、前記給電手段から前記発振回路への電力供給を制  
御する給電制御回路とを含み、前記給電制御回路は、前記加速度がしき  
い値を超えたかどうかに基づいて、給電手段から前記電力増幅器への電  
力供給を制御するものである。

25 この制御により、移動体の運行時など、加速度を感知しているときに  
のみ圧力検出を可能にすることができる。電力増幅器の無駄な消費電力  
を抑えて、電源を長持ちさせることができるようになる。

また、前記加速度検出素子が弾性表面波素子により形成されている場  
合には、圧力検出部と加速度検出素子とを同一の製造プロセスで双方同

時に形成できるので、製造工程を短縮することができ、生産性の向上が可能となる。

また、前記第 1 圧電基板又は第 2 圧電基板に、前記発振回路に電氣的に接続されるアンテナパターンを設けておくこととすれば、発振回路より出力される出力信号を、受信機器に無線伝送することができ、受信機器は、圧力センサ装置より離れた場所においても圧力情報を得ることができる。

特に、前記アンテナパターンを、第 2 圧電基板の上面に被着させてなる構造とすれば、発振回路とアンテナパターンとが近接配置される構造となり、両者を接続する配線部を短くすることができる、その結果、配線部による伝送損失の影響が小さくなり、電気信号を殆ど減衰させることなく伝送することができる。よって、バッテリーの消費電力を少なくできるとともに、発振回路より出力される発振信号の出力レベルを増加させて、他の受信機器へ、圧力情報をより確実に無線伝送することができるようになる。

前記アンテナパターンは、前記圧力検出用弾性表面波素子の直上領域を除く圧電基板の領域に形成されていることが好ましい。

前記アンテナパターンを、蛇行状に形成すれば、アンテナパターンの実効長を長くとれ、アンテナの利得を上げることができる。

#### <図面の簡単な説明>

図 1 は、本発明の一実施形態に係る圧力センサ装置の断面図である。

図 2 は、圧力センサ装置の外観斜視図である。

図 3 は、圧力センサ装置の支持用圧電基板の外観斜視図である。

図 4 は、圧力センサ装置の他の支持用圧電基板の外観斜視図である。

図 5 は、本発明の他の実施形態にかかる加速度検出センサ付き圧力センサ装置の断面図である。

図 6 は、図 5 の圧力センサ装置に用いられる圧力検出用圧電基板 2 の下面を示す平面図である。

図 7 は、圧力センサ装置の回路ブロック図である。

図 8 は、圧力センサ装置に用いられる発信回路を示す回路図である。

図 9 は、圧力センサ装置に用いられる加速度検出回路と給電制御回路とを示す回路図である。

図 10 は、圧電基板に形成される IDT 電極の拡大図である。

5 図 11 は、他のタイプの加速度検出センサを用いた圧力センサ装置の断面図である。

図 12 は、圧力センサ装置の圧力検出用圧電基板 2 の上面を示す平面図である。

10 図 13 は、圧力センサ装置の圧力検出用圧電基板 2 の下面を示す平面図である。

図 14 は、本発明の他の実施形態にかかるアンテナパターン付き圧力センサ装置の断面図である。

図 15 は、アンテナパターンの平面図である。

図 16 は、従来の圧力センサ装置の外観斜視図である。

15 図 17 は、従来の圧力センサ装置の断面図である。

< 発明を実施するための最良の形態 >

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

20 図 1 は本発明の一実施形態に係る圧力センサ装置 1 の断面図、図 2 は同外観斜視図である。図 3 は圧力センサ装置 1 に用いられる支持用電基板上の参照用弾性表面波素子の構成を示す外観斜視図である。

なお、図 1 の支持用圧電基板 3 は、図 3 の A-A 線に沿った断面が示されている。また図 2 において保護材 15 の図示は省略している。

25 圧力センサ装置 1 は、参照用弾性表面波素子 4a を搭載した支持用圧電基板 3、圧力検出用弾性表面波素子 7a を搭載した圧力検出用圧電基板 2、封止材 5 及び導電性接合材 6 で主に構成されている。

前記支持用圧電基板 3 は第 1 圧電基板に相当し、圧力検出用圧電基板 2 は第 2 圧電基板に相当する。

支持用圧電基板 3 は、水晶、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム



などの、圧電性を示す単結晶（以下、「圧電結晶」と称する。）から成る。支持用圧電基板 3 の主面は、圧電結晶のインゴットを所定のカット角にて切断して形成している。

支持用圧電基板 3 の上面には参照用弾性表面波素子 4 a 及び接続パッド 4 b が被着され、下面には外部端子 9 が被着されている。支持用圧電基板 3 の上面と下面とを電氣的に接続するためのビアホール導体 8 が形成されている。

参照用弾性表面波素子 4 a は、所定の周波数で共振する弾性表面波 (Acoustic Surface Wave) 型の共振子である。参照用弾性表面波素子 4 a は、圧電基板 1 の表面に形成されたインターデジタルトランスデューサ（以下、IDT と略記する。）4 a a と、IDT 4 a a の弾性表面波の伝搬方向の両側に形成した反射器 4 a b とから成る。IDT 4 a a 及び反射器 4 a b は、アルミニウムや金等の金属材料をスパッタや蒸着等の成膜工法により圧電基板 1 の表面に被着し、フォトリソグラフィ等の技術を使用して、2000 Å 程度の厚みにてパターン形成することにより形成される。

接続パッド 4 b 及び外部端子 9 は、IDT 4 a a 及び反射器 4 a b と同じ材料・工法により形成可能である。密着強度の向上のため膜厚を厚く形成しておくことが好ましい。

ビアホール導体 8 は、支持用圧電基板 3 を貫通する孔をサンドブラスト法等により形成した後に、その孔の内面に Ni、Cu、Au 等の導体材料をメッキしたり、孔に充填したりすることにより形成される。

なお、図 3 に示される電極 4 d は、参照用弾性表面波素子 4 a とビアホール導体 8 とを接続するランドである。

圧力検出用圧電基板 2 は、支持用圧電基板 3 と同一組成の圧電結晶から成り、支持用圧電基板 3 に対して、カット角及び、圧電結晶の結晶軸に対する弾性表面波の伝搬方向が略同一若しくは結晶学的に等価となるようにされている。ここで“略同一”とは、完全に同一である場合に加えて、 $\pm 0.5^\circ$  以内の範囲内でずれている場合を含み、また“結晶学的に

等価”なカット角とは、そのカットによって切り出された圧電基板の主面が結晶学的に等価な面であることを意味し、“結晶学的に等価”な面とは、結晶の有する対称性によって等価となる面のことである。同様に“結晶学的に等価”な方向とは、結晶の有する対称性によって等価となる方向である。例えば、正方晶であるLiBO<sub>3</sub> (Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>) では、例えばX面とY面とは等価な面であり、例えば、X方向とY方向とは等価な方向である。

また、支持用圧電基板3に圧力検出用圧電基板2を搭載する際は、両基板の圧電結晶の、対応する結晶軸の向きが略平行となるように配置する。これによって、両圧電基板において任意の方向における熱膨張係数が等しくなるので、例えば支持用圧電基板3に圧力検出用圧電基板2を搭載する際など大きな温度変化が生じる場合に、熱膨張係数の違いによって接合部に大きな応力が生じ、クラックの発生等の不具合が生じるのを有効に抑制することができる。なお、ここで“略平行”とは、完全に平行である場合に加えて、±0.5°以内の範囲内で結晶軸がずれている場合も含むものである。

また、圧力検出用圧電基板2の下面は、圧力検出用弾性表面波素子7a及び電極パッド7bを被着させた構造を有している。

圧力検出用圧電基板2は、支持用圧電基板よりも厚みが薄く成るように設定されている。例えば、支持用圧電基板3の厚みが200～300μmに設定されるのに対し、圧力検出用圧電基板の厚みは50～75μmに設定される。このように、圧力検出用圧電基板の厚みを薄くする理由は、圧力を受けたときの圧力検出用圧電基板2の変形量を、支持用圧電基板3の変形量よりも大きくして、正味の圧力の変化を検出するためである。

圧力検出用弾性表面波素子7aは、参照用弾性表面波素子4aと同様に、IDTと、IDTの弾性表面波の伝搬方向の両側に形成した一对の反射器とから成る弾性表面波共振子とされており、共振周波数も参照用弾性表面波素子4aと一致させている。

電極パッド7bは、後述する導電性接合材6を介して先述した接続パ

ッド4bと電氣的に接続するためのものであり、接続パッド4bと同様に厚みを厚く形成しておくことが好ましい。

導電性接合材6は、ハンダ若しくは高融点のロウ材であるAuSnなどが利用可能である。圧力センサ装置1をマザーボード等に搭載する工程において、熱が印加された場合においても、導電性接合材6が再溶融して特性が変化しないように、高融点のロウ材であるAuSnを用いるとよい。

なお、AuSnの他にはAuSiやSnAgCu等を用いても同様の効果が得られるので、これらを採用してもかまわない。

さらに、支持用圧電基板3と圧力検出用圧電基板2との間に、先述した参照用弾性表面波素子4a、圧力検出用弾性表面波素子7a、接続パッド4b及び電極パッド7bを包囲するようにして、封止材5が介在されている。この封止材5はスペーサとしての役目を果たす。

封止材5は、樹脂を用いてもよく、導電性材料を用いても良い。

この封止材5を、参照用弾性表面波素子4a、圧力検出用弾性表面波素子7aを囲繞するように枠体状に形成しておけば、その内側、具体的には、圧力検出用圧電基板2と支持用圧電基板3と封止材5とで囲まれる領域（封止空間Sという）内で、参照用弾性表面波素子4a、圧力検出用弾性表面波素子7a等を気密封止することができる。これによって封止空間S内に配置されるIDT電極等の酸化腐食等を有効に防止することができる。従って、封止材5は枠体状になしておくことが好ましい。

更に、封止材5を半田等の導体材料により形成しておけば、これを支持基板下面の外部端子電極9のうち、グランド端子に接続させておくことにより、圧力センサ装置1の使用時、封止材5はグランド電位に保持されることとなるため、電磁的遮蔽性を高める効果を奏する。このシールド効果により、外部からの不要なノイズを封止材5でもって良好に低減することができる。

さらに、封止材5に導体材料を用いることにより、シールド効果と併せて、支持用圧電基板3と圧力検出用圧電基板2との間の熱伝導を良好

なものとすることができるため、圧力検出用弾性表面波素子 7 a と参照用弾性表面波素子 4 a との温度を略等しくすることができ、後に述べるように、温度補償を簡便に行うことが容易となる。

5 また、圧力検出用圧電基板 2 と支持用圧電基板 3 と封止材 5 とで囲まれる領域内には、窒素ガスやアルゴンガス等の不活性ガスを充填しておくことが好ましい。これによって、I D T 電極等の酸化腐食をより効果的に防止することが可能となる。

以下、本実施形態の圧力センサ装置 1 の利点を述べる。

10 厚みを薄くした圧力検出用圧電基板 2 は、外部からの圧力を受けると変形して弾性表面波の伝搬速度が変化するとともに、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の I D T の電極指の間隔も変化し、この両者の作用によって弾性表面波素子 7 a の共振周波数が変化する。そして、この共振周波数の変化によって圧力の変化を検出することができる。

15 ここで、一般的に弾性表面波素子 7 a は所定の温度特性を有しており、その共振周波数は、温度変化によってドリフトする。

よって、温度変化によるドリフトの影響を取り除く必要があり、そのために参照用弾性表面波素子 4 a が使用される。すなわち、参照用弾性表面波素子 4 a は、厚みが厚いので外部からの圧力を受けても上述したような変形は起こりにくい。このため、その共振周波数は温度の変化のみに応じて変化することとなり、これを利用して圧力検出用弾性表面波素子 7 a の共振周波数の変化データを補正し、温度変化による影響をほぼ取り除くことができる。

25 ここで、もし、圧力検出用弾性表面波素子 7 a と参照用弾性表面波素子 4 a の温度特性が異なっていれば、参照用弾性表面波素子 4 a の共振周波数のデータと温度特性データとを比較して温度を算出し、その温度データと圧力検出用弾性表面波素子 7 a の温度特性データとを比較して、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の温度による共振周波数変化分を算出し、それを用いて温度変化による影響を取り除かなければならない。

これに対して、本実施形態の圧力センサ装置 1 においては、支持用圧

電基板 3 と圧力検出用圧電基板 2 とを、同一の圧電結晶から成るとともに、両圧電基板のカット角及び、圧電結晶の結晶軸に対する弾性表面波の伝搬方向が略同一若しくは結晶学的に等価となるようにすることで、参照用弾性表面波素子 4 a と圧力検出用弾性表面波素子 7 a の「温度対共振周波数特性」を一致させている。従って、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の温度と参照用弾性表面波素子 4 a の温度とが略一致するように配置することにより、圧力センサ装置 1 に生じた温度変化による両弾性表面波素子の共振周波数の変化量が等しくなり、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の共振周波数と参照用弾性表面波素子 4 a の共振周波数との差をとるだけで、温度変化による影響を殆ど取り除くことができる。このように、非常に簡便な構成及び方法で温度補償を実現することができる。

温度補償を実現するためには、例えば圧力検出用弾性表面波素子 7 a の共振周波数に対応した周波数で発振する発振回路を構成する。これによって、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の圧力の変化を発振周波数の変化として検出することができる。また、参照用弾性表面波素子 4 a も同様に、参照用弾性表面波素子 4 a の共振周波数に対応した周波数で発振する他の発振回路に接続する。これらの発振回路の出力をミキサー回路に入れ、両周波数の差に相当する周波数の信号を出力することによって、容易に温度変化による影響を殆ど取り除くことができ、正味の圧力変化を検出することができる。

特に、本実施形態の圧力センサ装置 1 は、圧力検出用弾性表面波素子 7 a を設けた圧力検出用圧電基板 2 の厚みを、参照用弾性表面波素子 4 a を有した支持用圧電基板 3 の厚みに比して全体的に薄くしたことから、圧力を受けたときの圧力検出用圧電基板 2 及び圧力検出用弾性表面波素子 7 a の変形量が大きくなり、圧力センサ装置 1 として高い感度が得られることとなる。

これに加えて、参照用弾性表面波素子 4 a と圧力検出用弾性表面波素子 7 a とは、それぞれが対向して、異なった圧電基板に設けられている。これによって、同一面内に電極を 2 つ形成しなくてもよくなり、圧電基

板の面積を小さくできるので、圧力センサ装置 1 の小型化を図ることが可能となる。

また本実施形態の圧力センサ装置 1 は、支持用圧電基板 3 及び圧力検出用圧電基板 2 を同一の圧電結晶から成るとともに、圧電結晶の対応する結晶軸の向きが略平行となるように配置したことから、2 つの圧電基板の任意の同一方向における熱膨張係数が同じになるので、熱履歴が加わることによるクラックの発生等の不具合が低減される。

更に、本実施形態の圧力センサ装置 1 においては、支持用圧電基板 3 と圧力検出用圧電基板 2 とを、同一の圧電結晶から成るとともに、両圧電基板のカット角及び、圧電結晶の結晶軸に対する弾性表面波の伝搬方向が略同一若しくは結晶学的に等価となるようにしているので、参照用弾性表面波素子 4 a と圧力検出用弾性表面波素子 7 a の温度特性を一致させることが可能となり、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の温度と参照用弾性表面波素子 4 a の温度とが略等しくなるようにすることによって、非常に簡便な構成及び方法で温度補償を実現することができる。

また更に、参照用弾性表面波素子 4 a 及び圧力検出用弾性表面波素子 7 a は、封止材 5 によって封止された空間の中に配置されることとなり、両素子及び両素子の電氣的な接続部を外部環境より良好に保護することができる。

次に、上述した支持用圧電基板 3 と圧力検出用圧電基板 2 とを接続する方法について説明する。

先ず、上面に参照用弾性表面波素子 4 a 及び接続パッド 4 b を有する第 1 ウエハーと、下面に圧力検出用弾性表面波素子 7 a 及び電極パッド 7 b を有する第 2 ウエハーとを準備する。ここで用いる第 1 ウエハーは支持用圧電基板 3 の集合基板であり、第 2 ウエハーは圧力検出用圧電基板 2 の集合基板である。その厚みはそれぞれ 200 ~ 300  $\mu\text{m}$  に設定される。

次に、第 1 ウエハーの接続パッド 4 b と第 2 ウエハーの電極パッド 7 b とを、第 1 ウエハーの封止パッド 4 c と第 2 ウエハーの封止電極 7 c

とを、それぞれ半田ペーストを介して仮接続する。本実施形態では、半田ペーストには、AuSn粉末を有機ビヒクル中に分散させたものを用いた。また、半田ペーストは、接続パッド4b及び封止パッド4c上に、従来周知のスクリーン印刷法等により塗布・形成する。

- 5      次に、第2ウエハーの各電極パッド7b及び封止電極7cを、対応する各接続パッド4b及び封止パッド4cと対向させる。このとき、第1ウエハーと第2ウエハーとは対応する結晶軸の向きをそれぞれ一致させる。

- 10      次に、第1ウエハー及び第2ウエハーを加熱して半田ペーストを溶融させる。

このようにして、参照用弾性表面波素子4a及び圧力検出用弾性表面波素子7aが封止材5で封止されるとともに、各接続パッド4bが導電性接合材6を介して各電極パッド7bに電氣的に接続される。

- 15      このようにして第1ウエハーに固定された第2ウエハーを、上側からラッピング等により研磨して厚みを50～75 $\mu$ mに設定する。

- 20      次に、ダイシングにより、第2ウエハーのみを切断して、第2ウエハーを複数の圧力検出用圧電基板に分割させた後、隣接する圧力検出用圧電基板間の間隙を埋めるように、液状の樹脂を塗布し、熱硬化させる。なお、本実施形態においては、液状樹脂を塗布した際、間隙を効果的に埋める必要があるので、真空印刷を用いると良い。

そして、第1ウエハーを、上述した樹脂とともにダイシング等により切断する。このようにして、支持用圧電基板3に分割された、圧力センサ装置1が製作されることとなる。前記樹脂は、厚みの薄い圧力検出用圧電基板2の端面部を保護する保護材15として機能する。

- 25      かくして構成した圧力センサ装置1は、例えば、前述したような発信回路80と接続し、これに電力増幅器、電源及びアンテナを組み合わせてることによって、例えば、自動車のタイヤに取り付けられてタイヤの空気圧の変化に応じて無線信号を送信出力するような圧力センサ装置1とすることができる。

次に、弾性表面波素子として、弾性表面波遅延線を用いた圧力センサ装置 1 について図 4 を用いて説明する。なお、本実施形態においては先に述べた図 1 乃至図 3 の実施形態と異なる点についてのみ説明し、同様の構成要素については同一の参照符を用いて重複する説明を省略するものとする。

図 4 は、本実施形態の圧力センサ装置 1 に用いる支持用圧電基板 3 を示す外観斜視図である。

本実施形態の圧力センサ装置 1 が先に述べた図 1 乃至図 3 の圧力センサ装置 1 と異なる点は、参照用弾性表面波素子 4 a が、弾性表面波遅延線として構成されていることである。すなわち、参照用弾性表面波素子 4 a は、センサ基板 1 の表面に間隔をあけて配置された一対の I D T 電極 4 a a と、その間の弾性表面波の伝搬路 4 a f とで構成されている。

また、圧力検出用圧電基板 2 の圧力検出用弾性表面波素子 7 a も同様に、弾性表面波遅延線のタイプである。すなわち、圧力検出用圧電基板 2 の下面に所定の間隔をあけて配置された一対の I D T と、その間の弾性表面波の伝搬路とで構成されている。また、両弾性表面波素子の弾性表面波の伝播方向の両側には、弾性表面波を減衰させ、圧電基板の端部などで弾性表面波が反射するのを防止するために、シリコン樹脂などから成るダンピング材 4 h が形成されている。

圧力検出用圧電基板 2 に外部からの圧力が印加され、圧力検出用圧電基板 2 が変形すると、圧力検出用弾性表面波素子 7 a において、弾性表面波の伝搬路の長さが変化すると同時に、歪みが生じた部分の弾性表面波の伝搬速度が変化し、両者の作用によって電気信号の遅延時間が変化するため、遅延時間の変化を検出することによって、先の実施形態の場合と同様に圧力の変化を検出することができる。

遅延時間の変化を検出するためには、例えば圧力検出用弾性表面波素子 7 a の弾性表面波遅延線によって生じる電気信号の遅延時間に対応した周波数で発振する発振回路を構成する。これによって、圧力の変化を発振周波数の変化として検出することができる。



また、参照用弾性表面波素子 4 a も同様に、参照用弾性表面波素子 4 a によって生じる電気信号の遅延時間に対応した周波数で発振する発振回路を構成する。

これらの発振回路の周波数の差に相当する周波数の信号を出力することによって、容易に温度変化による影響を殆ど取り除くことができる。

そして、先の実施形態の場合と同様に、これらの 2 つの発振回路の出力をミキサー回路に入れ、両周波数の差に相当する周波数の信号を出力することによって、容易に温度変化による影響を殆ど取り除くことができ、正味の圧力変化を検出することができる。

次に、今まで説明した圧力センサ装置 1 に加速度センサを付加した、圧力センサ装置 1 を図面に基づいて詳細に説明する。

図 5 は、加速度センサ付き圧力センサ装置 1 の断面図である。図 6 は加速度センサ付き圧力センサ装置 1 に用いられる圧力検出用圧電基板 2 の下面を示す平面図である。

これらの図に示す加速度センサ付き圧力センサ装置 1 は、参照用弾性表面波素子 4 a を搭載した支持用圧電基板 3、圧力検出用弾性表面波素子 7 a 及び加速度検出素子 2 1 を搭載した圧力検出用圧電基板 2、封止材 5 及び導電性接合材 6 で主に構成されている。

圧力検出用圧電基板 2 の材質と結晶カット方位、圧力検出用圧電基板 2 に形成される圧力検出用弾性表面波素子 7 a と電極パッド 7 b の構造、支持用圧電基板 3 の材質と結晶カット方位、支持用圧電基板 3 の上に設けられる参照用弾性表面波素子 4 a と接続パッド 4 b の構造、電極パッド 7 b と電極パッド 4 b とを接続する導電性接合材 6、封止材 5 の構造などは、すでに、図 1 ないし図 3 を参照しながら、前述したのと同様であるから、重複した説明は省略する。

この加速度センサ付き圧力センサ装置 1 では、圧力検出用圧電基板 2 の一端側 3 6 は、圧力検出領域 1 4 よりも外側に延出されており、該延出部 3 6 の下面に加速度検出素子 2 1 が形成されている。

この加速度検出素子 2 1 は、加速度 G の印加により、加速度検出素子

21が変形し加速度を検出するようになっている。

加速度検出素子21は、例えば、前記圧力検出用弾性表面波素子7aと同様に、IDT電極とその弾性表面波伝搬方向の両側に形成された一対の反射器とから構成される弾性表面波共振子となっている。

5 IDT電極26は、図6に示すように、引出電極23を介して電極パッド22に接続されている。電極パッド22は導電性接合材29を介して、支持用圧電基板3上の接続パッド28と電氣的に接続している。電極パッド22や引出電極23は、先に述べた圧力検出用弾性表面波素子7aの周囲に形成した電極パッド7bや引出電極と同様に、アルミニウムや金等の金属材料を薄膜形成技術やフォトリソグラフィ技術等によ

10 ってパターン形成することによって得られる。

また、加速度検出素子21の先端部に、錘70を設けておくことにより、加速度Gの検出感度を向上させることができる。錘70は、例えば金属やセラミック等からなる板や積層体を接着剤によって延出部36の

15 端部に接合することによって形成される。

また、加速度検出素子21を上述のように弾性表面波素子により形成する場合、弾性表面波素子を気密封止するようにケース20を設けておくことが好ましい。これによって、IDT電極26の酸化腐食を防止することができる。

20 なお、延出部36の短辺の幅w2は任意に設定できる。延出部36の短辺の幅w2を圧力検出用圧電基板2の圧力検出用弾性表面波素子7aが形成されている部分の幅w1よりも狭くしておけば、加速度の印加によって延出部36が撓みやすくなり加速度の検出感度を向上させることができるという利点がある。また、延出部36の短辺の幅w2と圧力検出用圧

25 電基板2の圧力検出用弾性表面波素子7aが形成されている部分の幅w1とを同一にしておけば、延出部36を形成するにあたって圧力検出用圧電基板2を削るといった工程を省くことができ、圧力検出装置1の製造プロセスを簡略化することができるという利点がある。

以上のように、圧力検出用圧電基板2の少なくとも一端側を、支持用

圧電基板 3 の上面より離間させた状態で外側に延出させるとともに、その延出部 3 6 に加速度検出素子 2 1 を、圧力検出用弾性表面波素子 7 a と並べて形成したことから、加速度検出素子 2 1 用の基板を別途用意する必要もなく、部品点数を削減することができ、圧力センサ装置 1 の小型化及び軽量化を図ることが可能となる。

また、圧力検出用弾性表面波素子 7 a と加速度検出素子 2 1 とを同一の製造プロセスで形成することができるので、圧力センサ装置 1 の生産性向上に供することができる。

この圧力センサ装置 1 は、図 5 に示すようにマザー基板 1 0 に搭載される。

かかるマザー基板 1 0 の上面には、発信回路 8 0 や、後述する加速度検出回路 8 6、給電制御回路 8 7、アンテナ素子 9 5、電力増幅器 9 1 等が搭載されている。

図 7 は、発信回路 8 0、加速度検出回路 8 6、給電制御回路 8 7、アンテナ素子 9 5、電力増幅器 9 1 等の相互の接続状態を示すブロック回路図である。

発信回路 8 0 は、例えばコンパレータ、演算手段、メモリ手段などが集積化された I C と、弾性表面波素子 7 a を含む圧力検出發振回路及び弾性表面波素子 4 a を含むリファレンス発振回路を構成するトランジスタ、抵抗、コンデンサなどの受動部品等とから構成されている。

発信回路 8 0 は、弾性表面波素子 7 a を含む圧力検出發振回路側からの出力信号と、弾性表面波素子 4 a を含むリファレンス発振回路側からの出力信号とを比較、演算して、圧力センサ装置 1 にかかる圧力を圧力検出信号として検出する。

また、例えばリファレンス発振回路からの出力信号を、外部に無線電送するための搬送信号として用いることもできる。この場合、上述の圧力検出信号をこの搬送波に変調して、高周波無線信号を作成する。

加速度検出回路 8 6 及び給電制御回路 8 7 は、加速度検出素子 2 1 と電氣的に接続されている。電力増幅器 9 1 はアンテナ素子 9 5 及び発信

回路 80 に接続されており、これによって、発信回路 80 より出力される発信信号の出力レベルを増加させて、他の受信機器へ、より確実に無線伝送することができるようになる。

更に、上述した給電制御回路 87 を発信回路 80 と電力増幅器 91 に  
5 接続して、電源 85 から発信回路 80 と電力増幅器 91 への電力供給を給電制御回路 87 で制御するようにしている。このことにより、電力増幅器の消費電力を抑えて、電源を長持ちさせることができるようになる。

アンテナ素子 95 は、電力増幅器 91 を介して先に述べた発信回路 80 と接続されており、これによって発信回路 80 より出力される所定周  
10 波数の電気信号を、他の受信機器に無線伝送することができ、圧力センサ装置 1 より離れた場所においても圧力情報を得ることができる。かかるアンテナ素子 95 としては、例えば、誘電体セラミック等を利用した表面実装型のチップアンテナ等が用いられ、半田付け等によって支持用圧電基板 3 上に実装されている。

15 なお、アンテナ素子 95 を圧力検出用圧電基板 2 の上面に形成した実施形態については、後に、図 15、図 16 を参照して説明する。

図 8 は、発信回路 80 の詳細な回路図である。かかる発信回路 80 は、圧力検出用発振回路 80 a、参照用発振回路 80 b、検出演算用回路から構成されている。

20 まず、圧力検出用発振回路 80 a は、圧力検出用圧電基板 2 に形成した圧力検出用弾性表面波素子 7 a と、該圧力検出用弾性表面波素子 7 a の出力信号に基づいて発振し得る発振条件を整える発振トランジスタ、コンデンサ、抵抗からなる発振段とから構成されている。

また、参照用発振回路 80 b は、支持用圧電基板 3 に形成した参照用  
25 弾性表面波素子 4 a と、該参照用弾性表面波素子 4 a の出力信号に基づいて発振し得る発振条件を整える発振トランジスタ、コンデンサ、抵抗からなる発振段とから構成されている。

また、検出演算用回路では、圧力検出用発振回路 80 a から得られる圧力検出用弾性表面波素子 7 a の出力信号と、参照用発振回路 80 b か

ら得られる参照用弾性表面波素子 4 a の出力信号とを、たとえばコンパレータにて比較・参照して、このデータを演算部に渡す。演算部では、圧力検出信号を、外部に無線にて伝送するための搬送波に変調して高周波信号を生成する。

- 5      なお、図 8 では、圧力検出用弾性表面波素子 7 a 及び参照用弾性表面波素子 4 a から導出される共振信号に基づいて、発振段にて所定発振周波数の発振信号を得ているが、発振段を介さずに直接弾性表面波素子から導出される共振信号を用いても構わない。

- 10      また、上述の発信回路 8 0 では、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の出力信号と、参照用弾性表面波素子 4 a の出力信号とを、コンパレータを用いて比較しているが、圧力検出用弾性表面波素子 7 a の出力信号と参照用弾性表面波素子 4 a の出力信号をミキサー及びバンドパスフィルタを用いて混合することにより、これらの 2 つの出力信号に基づく圧力検出信号を抽出しても構わない。

- 15      また、以上の回路では、無線伝送を行うための搬送波を、圧力検出を行うための参照側の参照用弾性表面波素子 4 a に基づいて作成しているが、この参照用弾性表面波素子 4 a を含む発振回路以外に、搬送波作成用発振回路を別途設けても構わない。

- 20      図 9 は、加速度検出回路 8 6 及び給電制御回路 8 7 を示す回路図である。加速度検出回路 8 6 は、図 9 に示す如く加速度検出素子 2 1、ダイオードからなる保護回路及び演算電力増幅器からなり、また給電制御回路 8 7 は、コンデンサと抵抗からなるハイパスフィルタ、比較電圧源及び演算電力増幅器から構成されている。

- 25      次に、上述した加速度センサ付き圧力センサ装置 1 を用いて加速度及び圧力を検出する際の動作について、図 7、図 8 及び図 9 の回路図を用いて説明する。なお、ここでは圧力センサ装置 1 を車両のタイヤ内に内蔵した場合を想定して説明する。

まず加速度を検出する際の動作について説明する。車両が走行し始めるとタイヤの回転数が増加し、回転による加速度  $G$  が発生する。この加

速度  $G$  が加速度検出素子 21 に印加されると、延出部 36 及び錘 70 に作用する力によって加速度検出素子 21 に曲げモーメントが作用し加速度検出素子 21 が撓み、加速度検出素子 21 が変形する。その結果、圧力検出用圧電基板 2 の歪みが生じた部分の弾性定数の変化によって弾性表面波の伝搬速度が変化するとともに、加速度検出素子 21 の IDT 電極 26 の電極指配列ピッチ  $d$  (図 10 に示す。) が変化し、その両方の作用によって加速度検出素子 21 の共振周波数が変化する。

すると、その変化量に比例した起電力が発生し、この起電力に基づいて加速度検出回路 86 において加速度が検出されるとともに、共振周波数の変化又はインピーダンス変化に比例した制御信号が得られる。そして、この制御信号が給電制御回路 87 に入力されると、制御信号のレベルが、一定の車速に対応する閾値を超えたときには、電池等の電源 85 から発信回路 80 及び電力増幅器 91 へ電力が供給され、制御信号のレベルが閾値以下の場合には、電源 85 から発信回路 80 及び電力増幅器 91 へ電力が供給されないようになっている。

従って、車両が一定以上の速さで走行している場合にのみ、電力を供給することができる。これにより、圧力センサ装置 1 の消費電力を有効に抑えることができる。なお、制御信号の閾値は、給電制御回路 87 を構成する回路素子を適宜選択することにより任意に設定できる。

一方、タイヤ内の圧力の検出は、すでに述べたとおりであるが、再度説明すると、次のようにして行われる。

タイヤ内の空気が抜ける等してタイヤ内の圧力が変化すると、圧力検出用圧電基板 2 に対してかかる圧力が変化して、圧力検出用弾性表面波素子 7a が変形する。その結果、圧力検出用圧電基板 2 の歪みが生じた部分の弾性定数の変化によって弾性表面波の伝搬速度が変化するとともに、弾性表面波素子 7a の IDT 電極の電極指配列ピッチ  $d$  (図 10 に示す。) が変化して、その両方の作用によって弾性表面波素子 7a の共振周波数が変化する。これに伴って、図 8 に示す発振回路 80a の発振周波数も変化するため、圧力検出用圧電基板 2 に加わる圧力変動は最終

的に発振回路 80a の発振周波数の変化として検出される。なお、この発振回路 80a への電力供給は、前述のように給電制御回路 87 により制御されている。

5      なお、前記圧力検出用圧電基板 2 に形成された圧力検出用弾性表面波素子 7a や、支持用圧電基板 3 に形成された参照用弾性表面波素子 4a を、図 4 に示したような、間隔をあけて配置された一対の IDT 電極 4a a と、その間の弾性表面波の伝搬路 4a f とで構成される弾性表面波遅延線で構成してもよい。

10      また、圧力検出用圧電基板 2 に形成された加速度検出素子 21 も、図 4 に示したような、間隔をあけて配置された一対の IDT 電極 4a a と、その間の弾性表面波の伝搬路 4a f とで構成される弾性表面波遅延線で構成してもよい。

15      このように弾性表面波遅延線を用いた場合、圧力検出用圧電基板 2 に外部からの圧力が上方より印加され、圧力検出用圧電基板 2 が変形すると、弾性表面波遅延線において、弾性表面波の伝搬路の長さが変化すると同時に、歪みが生じた部分の弾性表面波の伝搬速度が変化し、両者の作用によって電気信号の遅延時間が変化するため、遅延時間の変化を検出することによって、先の実施形態の場合と同様に圧力の変化を検出することができる。

20      また、加速度 G が弾性表面波遅延線で構成された加速度検出素子に印加されると、延出部 36 及び錘 70 に作用する力によって圧力検出用圧電基板 2 に曲げモーメントが作用し加速度検出素子が撓み、弾性表面波素子 25      が変形する。これによって、弾性表面波素子の弾性表面波の伝搬路に応力が加わって歪みが生じると、その部分の弾性定数の変化によって弾性表面波の伝搬速度が変化するとともに、弾性表面波の伝搬路の長さが変化する。そして、その両方の作用によって電気信号の遅延時間が変化し、これによって発振回路の発振周波数が変化する。よって、弾性表面波遅延線で構成された加速度検出素子も先に述べた実施形態における加速度検出素子 21 と同様に加速度検出素子として機能する。

なお、図 5 の構成では、加速度検出素子 2 1 を延出部 3 6 の下面のみに形成したが、これに代えて、延出部 3 6 の上下両方の面に加速度検出素子 2 1 を形成するようにしても良い。延出部 3 6 の上下両面に形成された 2 つの加速度検出素子 2 1 の共振周波数の差をとることによって、  
5 温度変化の影響を補正できると共に、加速度の検出感度を向上させることが出来る。

次に、本発明の加速度センサ付き圧力センサ装置 1 の変形例について説明する。

図 1 1 は本発明の加速度センサ付き圧力センサ装置 1 の断面図、図 1  
10 2 は加速度センサ付き圧力センサ装置 1 に用いられる圧力検出用圧電基板 2 の上面を示す平面図、図 1 3 は加速度センサ付き圧力センサ装置 1 に用いられる圧力検出用圧電基板 2 の下面を示す平面図である。なお、図 5 に示した加速度センサ付き圧力センサ装置 1 と同一の部品については同一の符号を付し、その説明を省略する。

15 図 1 1 に示す圧力センサ装置 1 は、図 5 の圧力センサ装置 1 の加速度検出素子 2 1 を、I D T 電極に代えてモノモルフ素子 3 7 で構成したものである。モノモルフ素子 3 7 は、圧力検出用圧電基板 2 のバルク振動を利用するものであり、圧力検出用圧電基板 2 の延出部 3 6 の上下両面に振動電極 3 1 を被着することにより形成されている。

20 前記振動電極 3 1 には銀等の金属材料が用いられ、例えば、従来周知のスパッタリングや蒸着法等の成膜形成技術等により形成される。

このようなモノモルフ型の加速度検出素子 2 1 は次のようにして加速度を検出する。まず、加速度  $G$  が延出部 3 6 及び錘 7 0 に印加されると、圧力検出用圧電基板 2 が撓み、延出部 3 6 に形成されたモノモルフ素子  
25 3 7 が変形する。このとき、モノモルフ素子の変形に応じた起電力が発生し、これによって加速度を検出することができる。

上述のように加速度検出素子 2 1 をバイモルフ素子 3 7 により構成した場合には、そのパターン形状をベタ塗りパターンで形成できるとともに、気密封止する必要がないため、比較的簡単に形成することができ、



圧電センサ装置 1 の生産性向上に供することができる。

なお、図 1 1 では、加速度検出素子 2 1 の振動電極 3 1 を延出部 3 6 の上下両面に被着してモノモルフ素子 3 7 としたが、これに換えてバイモルフ素子などの多層構造としても良い。

- 5      次にアンテナパターンを取り付けた圧力センサ装置 1 について、図面に基づいて詳説する。

図 1 4 はアンテナパターンを有する圧力センサ装置 1 の断面図、図 1 5 はアンテナパターンを有する圧力センサ装置 1 に用いられるセンサ基板の上面を示す平面図である。

- 10      なお、本実施形態においては先に述べた図 1 乃至図 3 の実施形態と異なる点についてのみ説明し、同様の構成要素については同一の参照符を用いて重複する説明を省略するものとする。

- 本実施形態の圧力センサ装置 1 が先に述べた図 1 乃至図 3 の圧力センサ装置 1 と異なる点は、本実施形態の圧力センサ装置 1 が、圧力検出用  
15      圧電基板 2 の上面にアンテナパターン 3 2 を備えていることである。

このアンテナパターン 3 2 は、発信回路 8 0、電力増幅器 9 1 より出力される所定周波数の電気信号を、他の受信機器に無線送信するためのものである。

- このアンテナパターン 3 2 は、図 1 5 に示すように、センサ部の直上  
20      領域 3 1 を除く圧力検出用圧電基板 2 の上面に蛇行状をなすように形成されている。

- このアンテナパターン 3 2 のパターン形成は、アルミニウムや銅箔等の金属材料を厚膜印刷等により形成している。ここで用いられるアンテナパターン 3 2 のパターン線幅と膜厚は線幅約 100  $\mu$ m、膜厚約 10  
25       $\mu$ m 程度であり、また、パターン長さは、送信される周波数の波長の約  $\lambda/4$  又は約  $5\lambda/8$  に相当する長さをパターンの蛇行回数（長さ）を変えることにより形成している。

また、圧力センサ装置 1 の側面に、給電線 3 3 が形成されている。給電線 3 3 は、圧力センサ装置 1 の側面に沿って、圧力センサ装置 1 の底

面まで延びている。そして、この圧力センサ装置 1 を搭載するマザー基板 10 の所定端子に接続されている。

かかるマザー基板 10 の上面には、発信回路 80 とともに、加速度検出回路 86、給電制御回路 87、電力増幅器 91 等が搭載されている。

- 5      なお、支持用圧電基板 3 と圧力検出用圧電基板 2 との間に、先述した参照用弾性表面波素子 4a、圧力検出用弾性表面波素子 7a、接続パッド 4b 及び電極パッド 7b を包囲するようにして、封止材 5 が介在されている。この封止材 5 は、樹脂を用いても良いが、外部からの不要なノイズを遮断するシールド効果を与え、同時に圧力検出用弾性表面波素子  
10    7a と参照用弾性表面波素子 4a との間の熱伝導を良好なものとするためには、封止材 5 は半田などの導電材料とすることが好ましい。

しかし、封止材 5 に導体材料を用いる場合、圧力センサ装置 1 の側面に形成される給電線 33 と封止材 5 間には絶縁性樹脂等を形成して、封止材 50 と給電線 33 の短絡を防止する必要がある。

- 15    本実施形態の圧力センサ装置 1 においては、発信回路 80、電力増幅器 91 などの、電子部品素子とアンテナパターン 32 とが近接配置されることによって両者を接続する給電線 33 を短くすることができるため、配線部による伝送損失の影響を極力排除して、発信回路 80 より出力される電気信号を殆ど減衰させることなく伝送することができる。それと  
20    ともに、バッテリーの消費電力を少なくでき、圧力センサ装置 1 モジュールに用いられるバッテリーを長寿命化することができる。

- また、アンテナパターン 32 が、センサ部の直上領域 31 を除く圧力検出用圧電基板 2 の上面に蛇行状をなすように形成されていることから、アンテナ用基板を別に用意する必要もなく、部品点数を削減することが  
25    でき、圧力センサ装置 1 の小型化及びコストダウンに供することが可能となる。

なお、本実施形態においては、圧力検出用圧電基板 2 上面のアンテナパターン 32 に、蛇行状のループ系アンテナを形成したが、これに代えて、ダイポール系アンテナ素子等を形成しても良い。

なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更、改良が可能である。

例えば、上述した実施形態においては、2つの圧電基板に単結晶圧電材料を用いているが、これに代えて、多結晶圧電材料を用いても構わない。特にこの場合、支持用圧電基板3及び圧力検出用圧電基板2が、矩形状を成すとともに、同一組成の圧電多結晶により形成し、更に両圧電基板の長手方向の熱膨張係数を略同一（同一及び $\pm 10\%$ 以内の範囲内）に設定することにより、例えば支持用圧電基板3上に圧力検出用圧電基板2を搭載する際など大きな温度変化が生じる場合に、熱膨張係数の違いによって接合部に大きな応力が生じ、クラックの発生等の不具合が生じるのを有効に抑制することができる。

また、この場合に、支持用圧電基板3及と圧力検出用圧電基板2との分極方向に対する弾性表面波の伝搬方向を、圧力検出用弾性表面波素子7aと参照用弾性表面波素子4aとにおいて一致させることにより、両弾性表面波素子の温度特性を一致させることができ、上述した実施形態と同様に簡便な方法で温度補償をすることが可能となる。

また、本実施形態においては、圧力検出用弾性表面波素子7aを圧力検出用圧電基板2の下面側に形成するようにしたが、これに代えて、圧力検出用弾性表面波素子7aを圧力検出用圧電基板2の上面側に形成するようにしても構わない。

更に、圧力検出用弾性表面波素子7aを構成する弾性表面波素子と、加速度検出素子21を構成する弾性表面波素子の両方が、弾性表面波遅延線とされている例を示したが、一方のみを弾性表面波遅延線とするようにしても構わない。その場合の他方の弾性表面波装置については、IDT電極と反射器電極とからなる弾性表面波共振器とすれば良い。

その他、本発明の範囲内で種々の変更を施すことが可能である。

## 請 求 の 範 囲

1. 上面に参照用弾性表面波素子が形成された第1圧電基板と、

該第1圧電基板よりも厚みが薄く、下面に圧力検出用弾性表面波素子が形成された第2圧電基板と、

5 前記第1圧電基板の上面及び前記第2圧電基板の下面に接合され、且つ、前記両基板の間で前記両素子を封止する封止空間を構成する封止材と、を有してなることを特徴とする圧力センサ装置。

2. 前記両素子は、少なくとも一部が対向するようにして配置されることを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ装置。

10 3. 前記両基板は、少なくとも一方向における熱膨張係数が略同一であることを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ装置。

4. 前記両基板は、同一組成の圧電単結晶から成るとともに、両基板のカット角及び、前記圧電単結晶の結晶軸に対する弾性表面波の伝搬方向が略同一若しくは結晶学的に等価であることを特徴とする請求項1に  
15 記載の圧力センサ装置。

5. 前記封止材が導体材料から成り、且つ該封止材が前記第1圧電基板に設けられるグランド端子に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ装置。

6. 前記第2圧電基板の下面で、前記封止材の内側に、前記圧力検出用弾性表面波素子に電氣的に接続される電極パッドが設けられ、  
20

前記第1圧電基板の上面で、前記封止材の内側に、前記電極パッドに導電性接合材を介して電氣的に接続される接続パッドが設けられていることを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ装置。

7. 前記両基板のうち一方基板の一端側を、他方基板と離間させた状態  
25 態で、延出させて延出部を形成し、該延出部に加速度を検出する加速度検出素子を設けたことを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ装置。

8. 前記延出部が前記第2圧電基板に形成されていることを特徴とする請求項7に記載の圧力センサ装置。

9. 前記圧力検出用弾性表面波素子及び前記参照用弾性表面波素子の

出力信号に基づく圧力検出信号を外部に発信する発信回路と、

前記加速度検出素子からの加速度検出信号に基づいて所定の電気信号を出力する加速度検出回路と、

前記発信回路に電力を供給する給電手段と、

- 5 前記給電手段から前記発信回路への電力供給を制御する給電制御回路とを含み、

前記給電制御回路は、前記加速度がしきい値を超えたかどうかに基づいて、給電手段からの電力供給を制御することを特徴とする請求項 7 に記載の圧力センサ装置。

- 10 10. 前記加速度検出素子が弾性表面波素子により形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の圧力センサ装置。

11. 前記第 1 圧電基板又は前記第 2 圧電基板にアンテナパターンが形成され、該アンテナパターンが前記圧力検出用弾性表面波素子及び前記参照用弾性表面波素子の出力信号に基づく圧力検出信号を外部に発信  
15 する発信回路に電気的に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の圧力センサ装置。

12. 前記アンテナパターンを、前記第 2 圧電基板の上面に被着させてなることを特徴とする請求項 11 に記載の圧力センサ装置。

13. 前記アンテナパターンが、前記圧力検出用弾性表面波素子の直  
20 上領域を除く領域に形成されていることを特徴とする請求項 12 に記載の圧力センサ装置。

14. 前記アンテナパターンが蛇行状であることを特徴とする請求項 11 に記載の圧力センサ装置。

1/10

図1

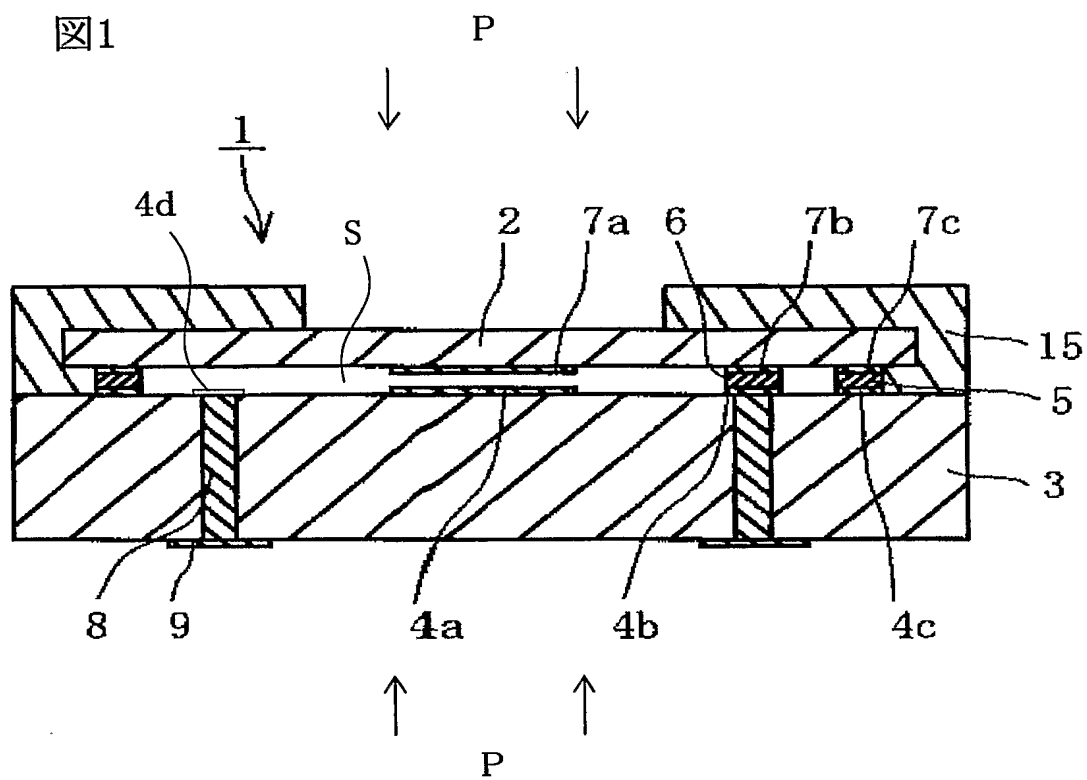
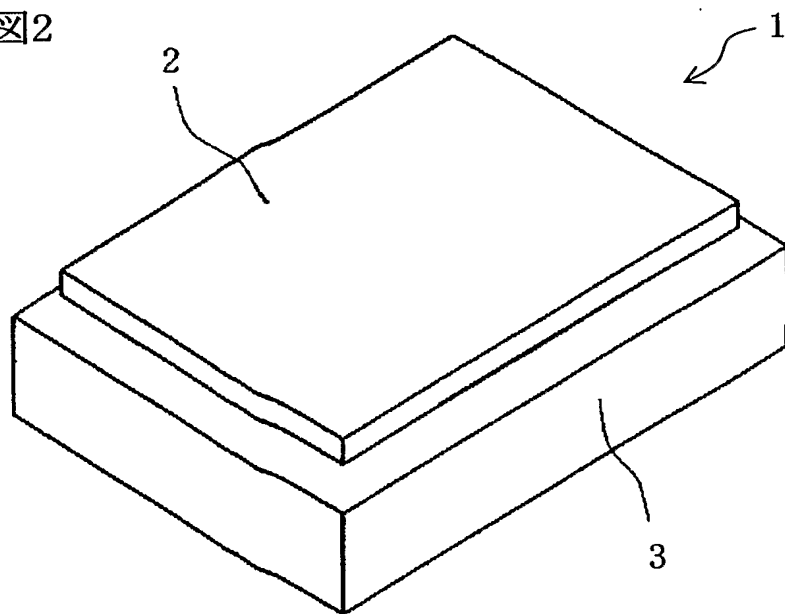
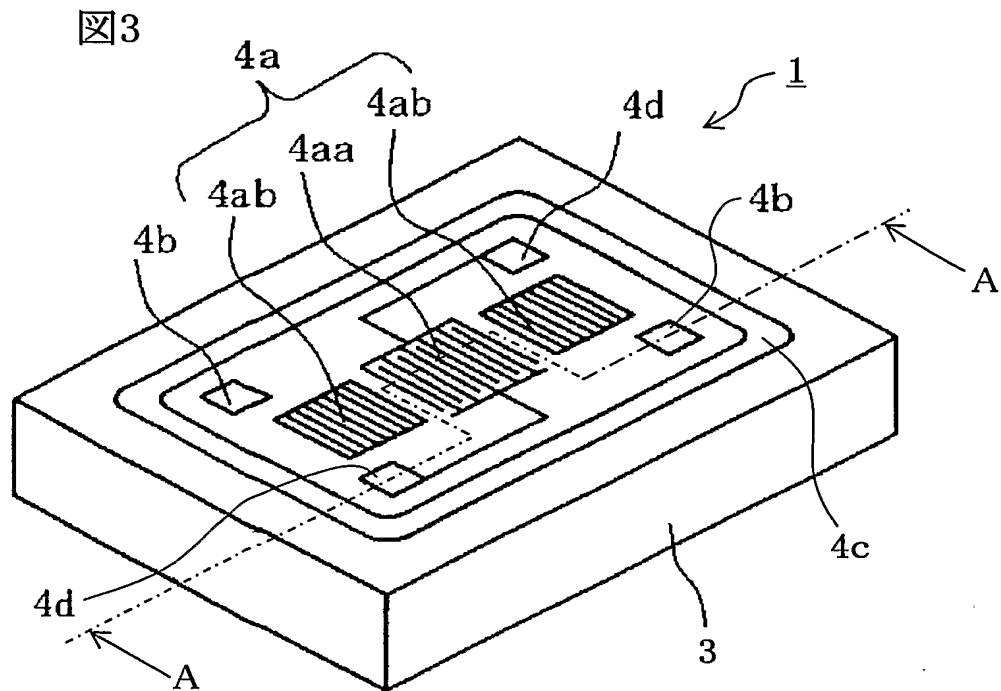


図2



2/10



3/10

図4

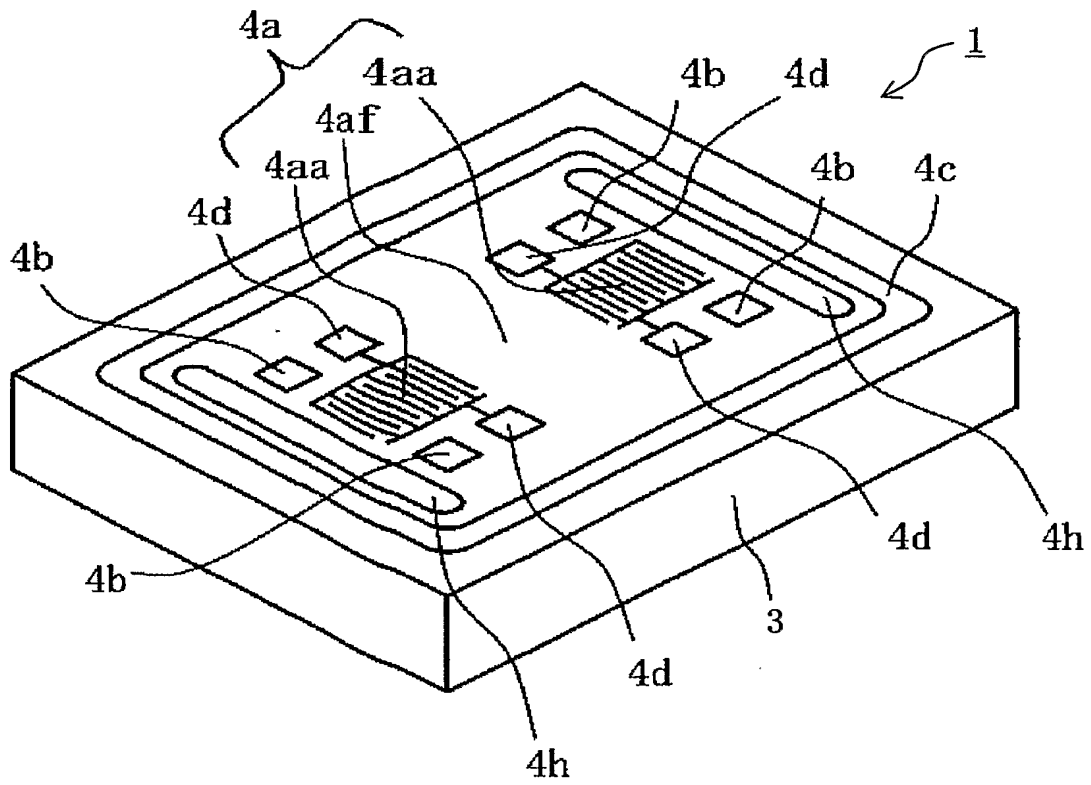
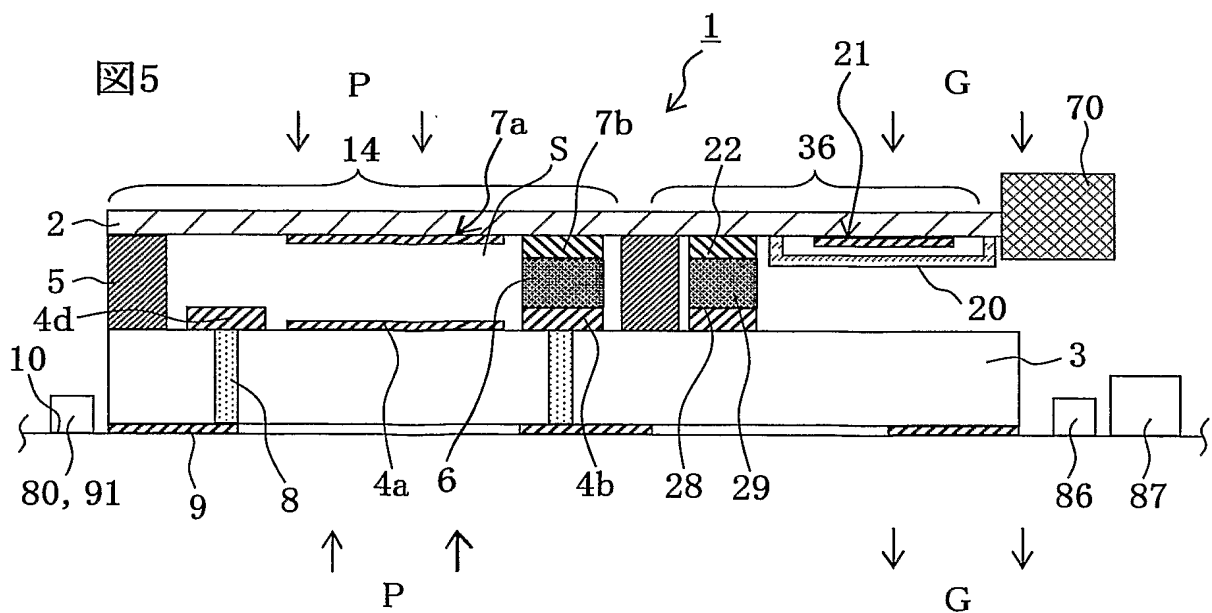


図5





4/10

図6

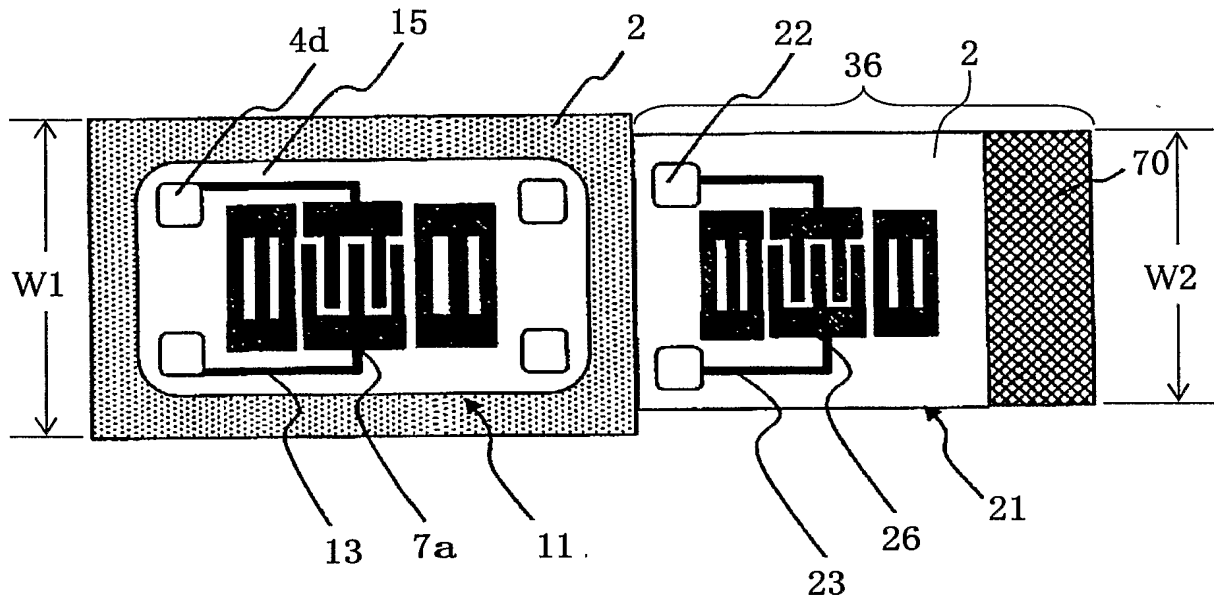
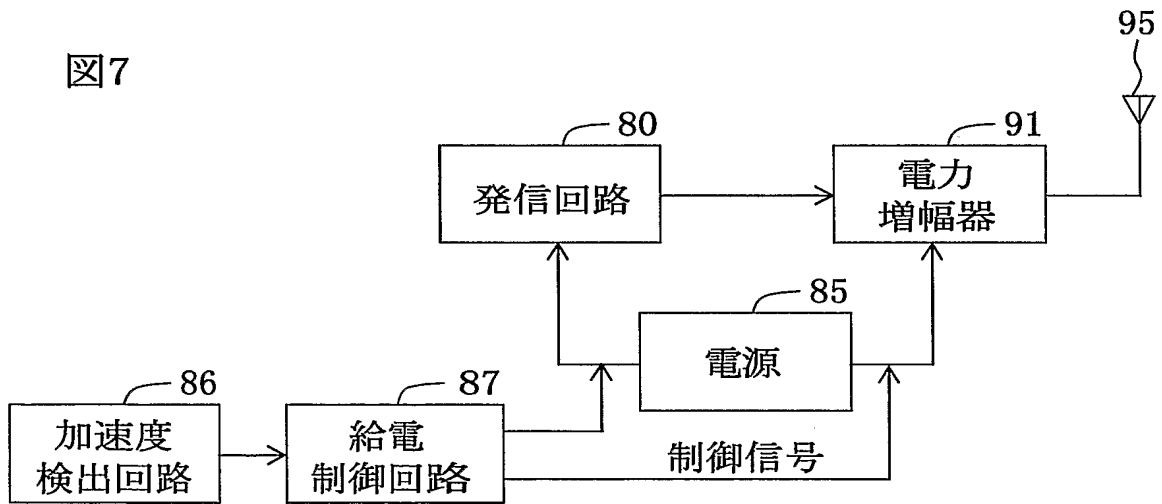
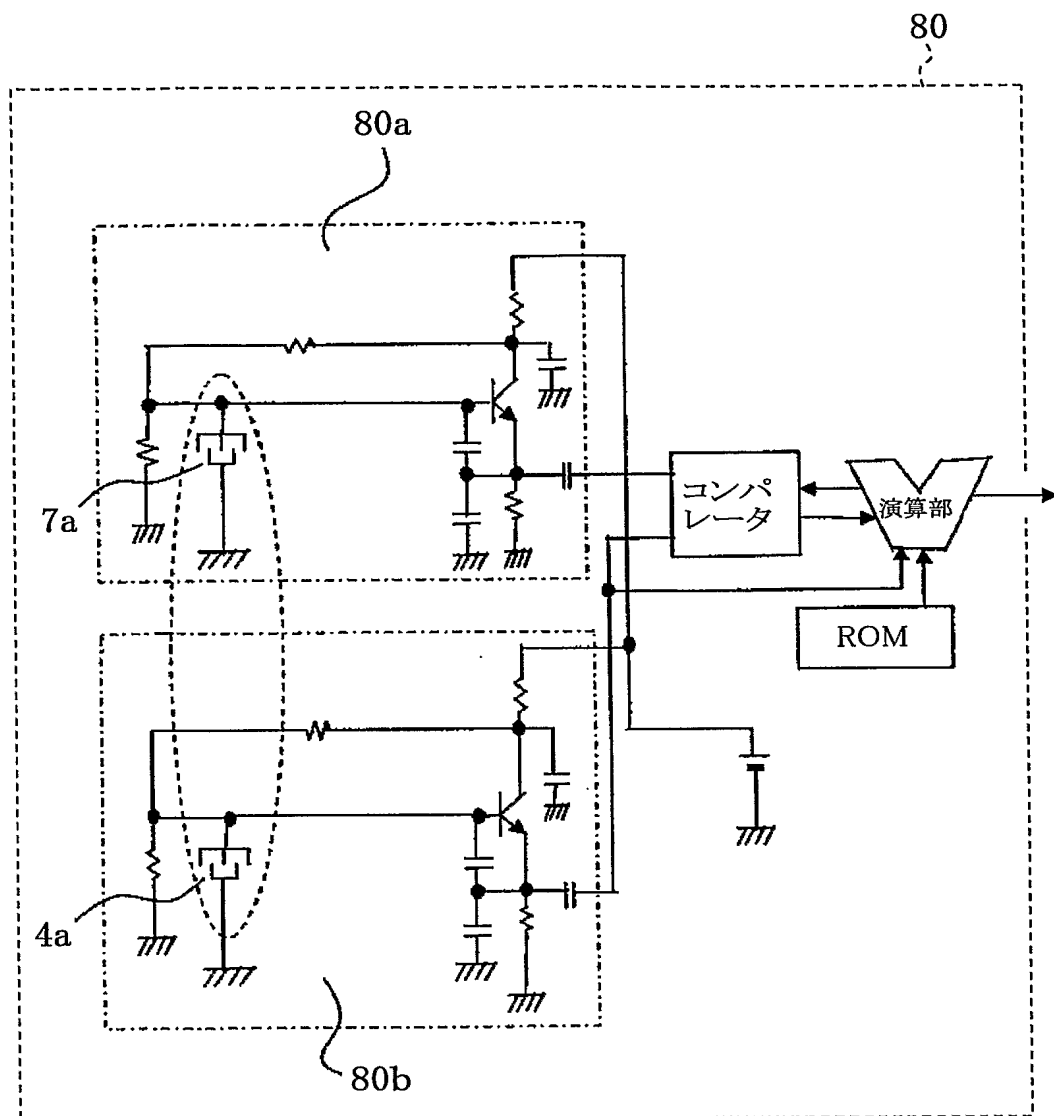


図7

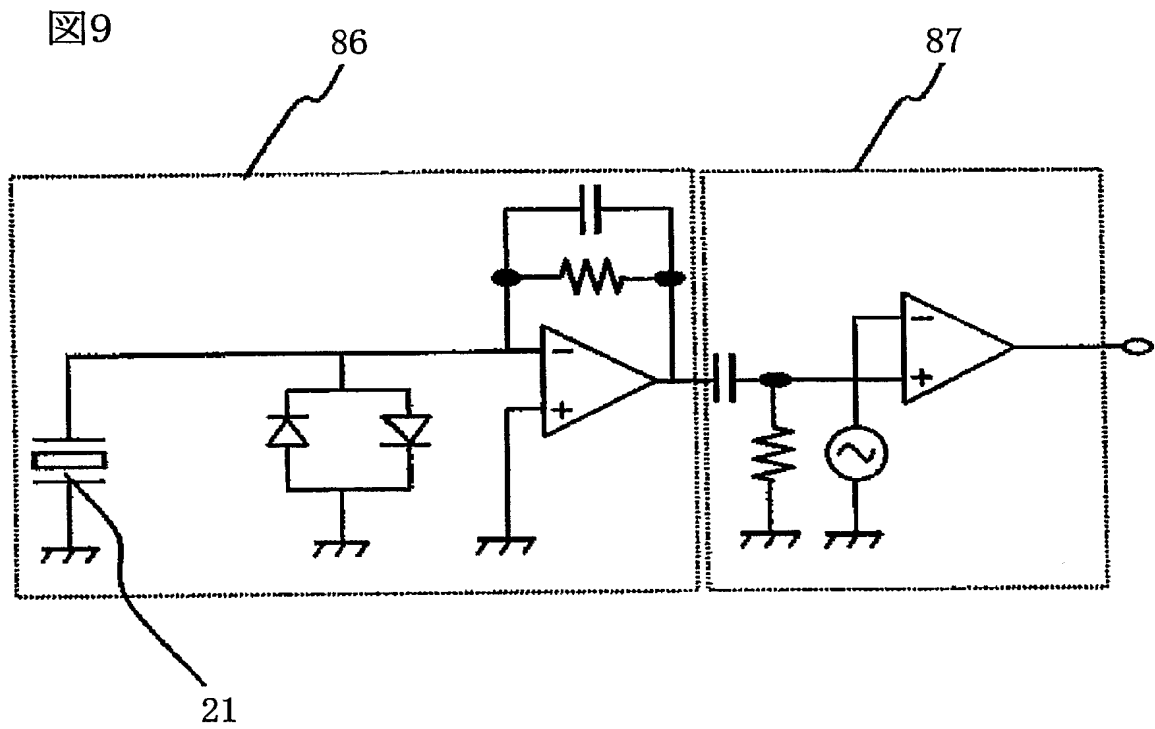


5/10

図8



6/10



7/10

図10

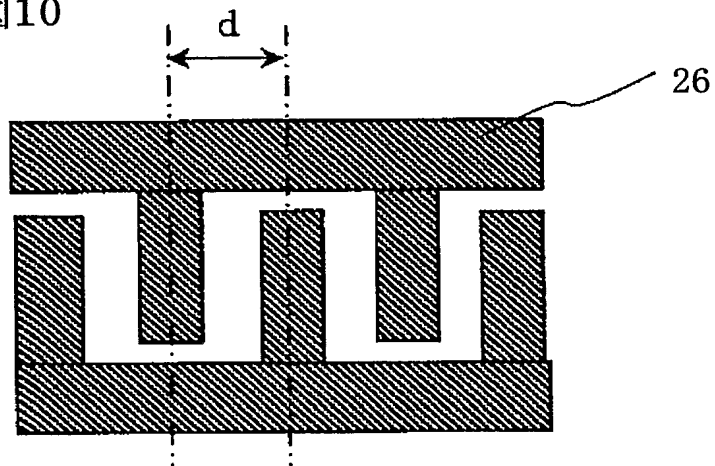
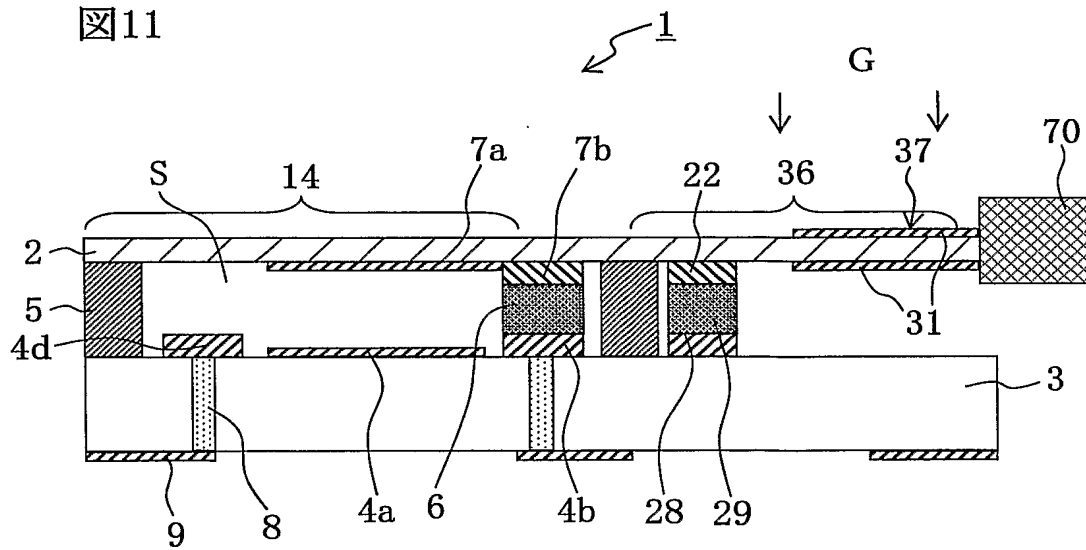


図11



8/10

図12

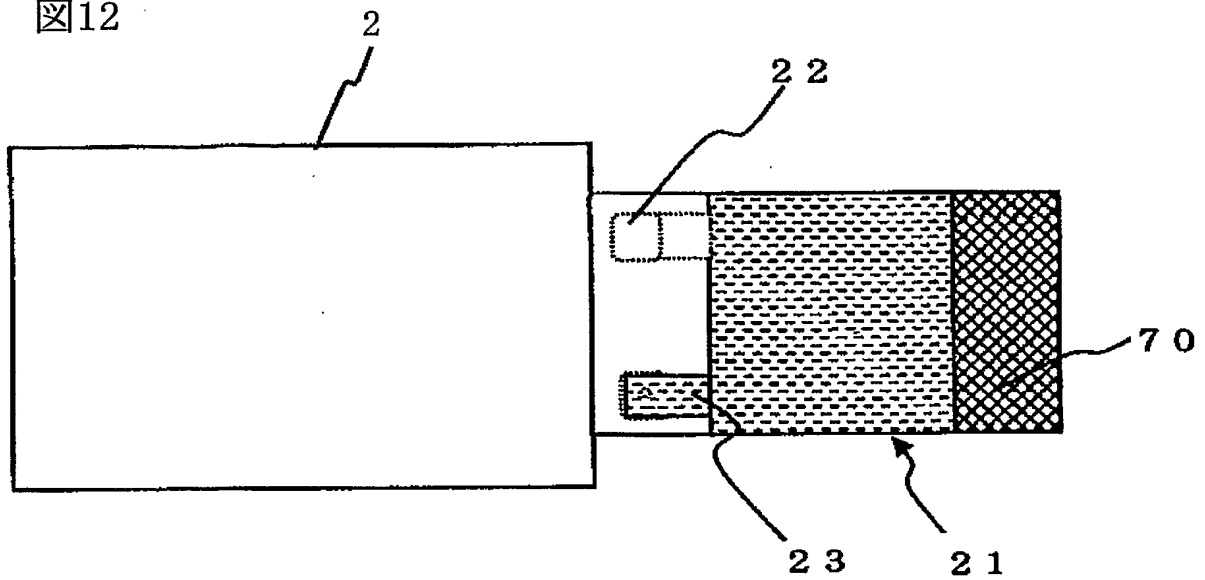
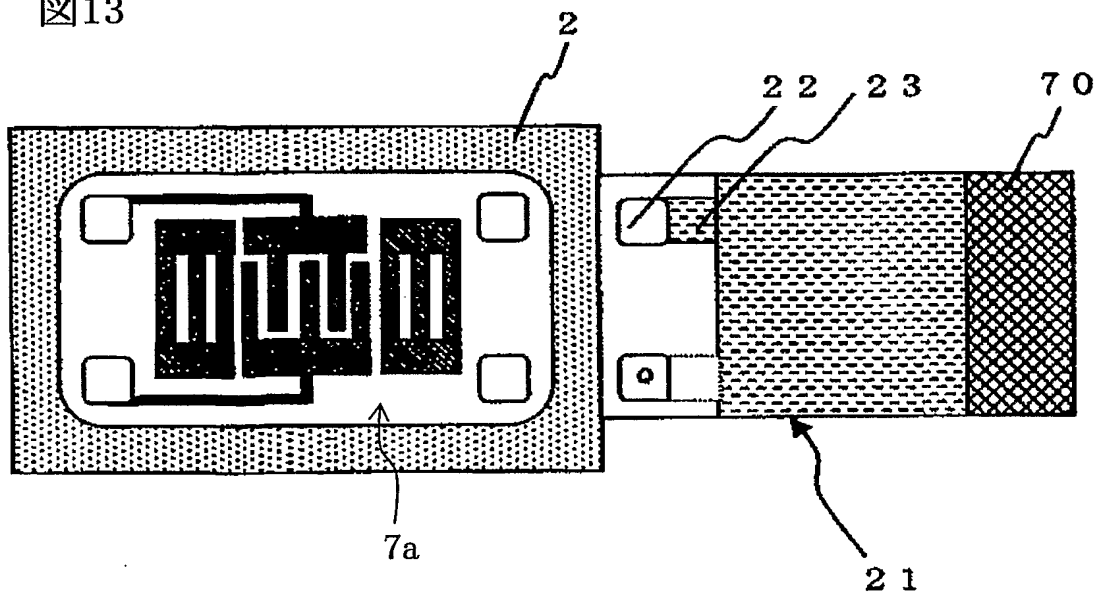


図13



9/10

図14

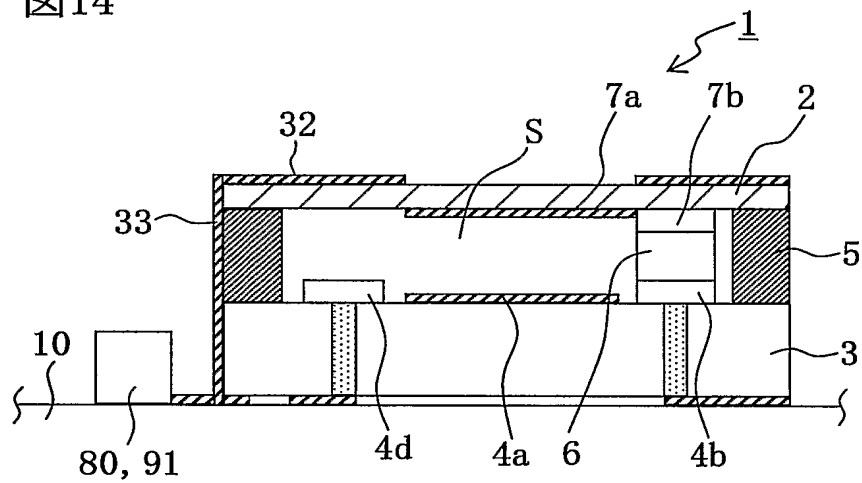
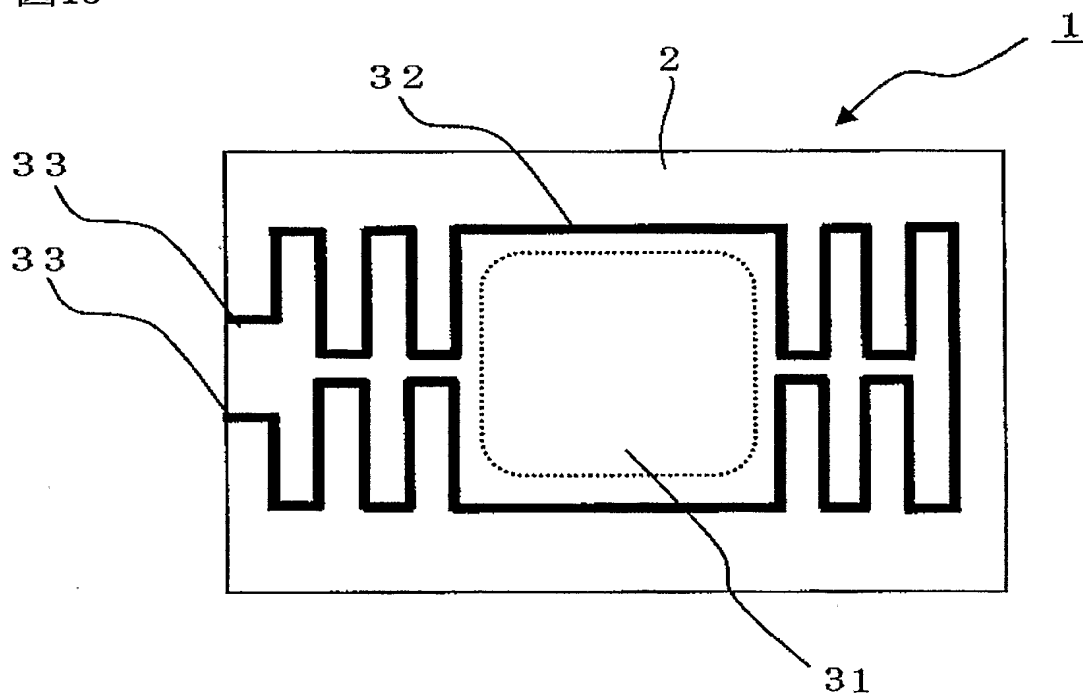


図15



10/10

図16

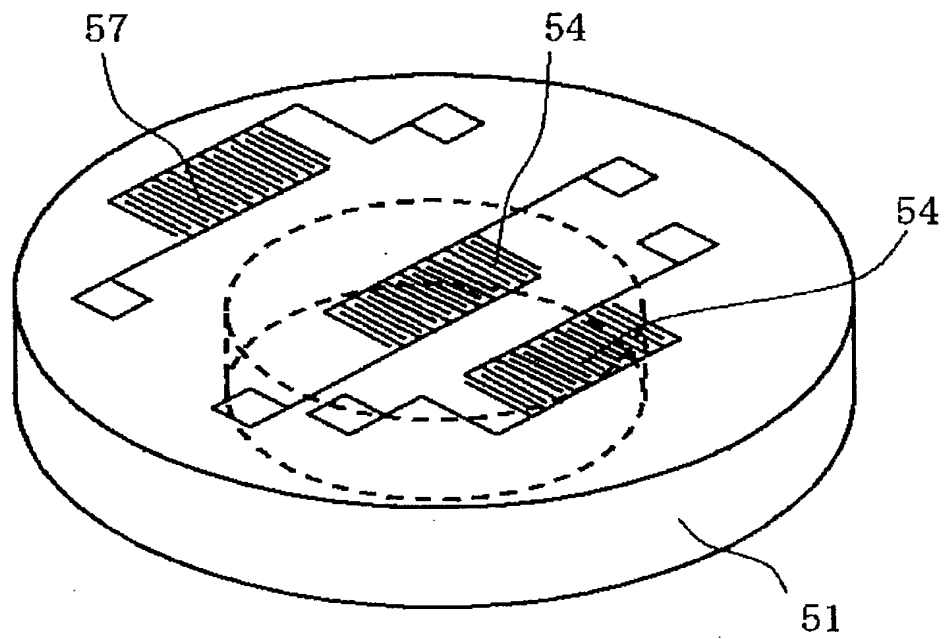
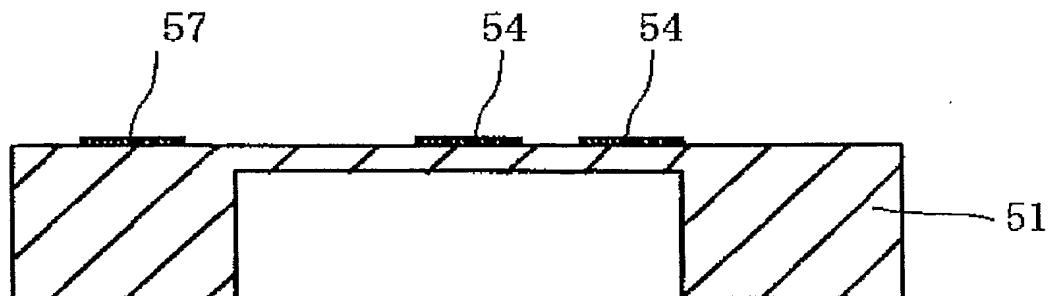


図17



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017981

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01L9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01L9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 4295102 A (Texas Instruments Inc.), 13 October, 1981 (13.10.81), Figs. 2, 3, 4 (Family: none)	1-6 7-14
Y	JP 2003-501733 A (PIRELLI PNEUMATICI S.P.A.), 14 January, 2003 (14.01.03), Par. No. [0060] & WO 00/74958 A & EP 1057664 A & US 2002/78741 A	7-10
Y	JP 59-17127 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 28 January, 1984 (28.01.84), Figs. 2 to 6 (Family: none)	11-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 December, 2004 (17.12.04)

Date of mailing of the international search report  
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



<b>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</b> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">I n t . C l <sup>7</sup>    G 0 1 L 9 / 0 0</div>			
<b>B. 調査を行った分野</b> 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">I n t . C l <sup>7</sup>    G 0 1 L 9 / 0 0</div>			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">           日本国実用新案公報 1922-1996、日本国公開実用新案公報 1971-2004、            日本国登録実用新案公報 1994-2004、日本国実用新案登録公報 1996-2004         </div>			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
<b>C. 関連すると認められる文献</b>			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X Y	US 4295102 A (Texas Instruments Incorporated) 1981. 10. 13、Fig 2, 3, 4 (ファミリーなし)	1-6 7-14	
Y	J P 2003-501733 A (ピレリ・プネウマティチ・ソチエタ・ペル・アツィオーニ) 2003. 01. 14、段落【0060】 &WO 00/74958 A &EP 1057664 A &US 2002/78741 A	7-10	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&amp;」 同一パテントファミリー文献</p> </div> </div>			
国際調査を完了した日 <div style="text-align: center;">17. 12. 2004</div>		国際調査報告の発送日 <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">11. 1. 2005</div>	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 森 雅之	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">2 F</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">8505</div>
		電話番号 03-3581-1101 内線 6257	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 59-17127 A (日産自動車株式会社) 1984. 01. 28、第2-6図 (ファミリーなし)	11-14